

DAMIEN JAUJARD

Licence
Prépas
CAPES

LA GÉOLOGIE PROFONDE EN 1 CLIN D'ŒIL



LES SCIENCES EN FLIPBOOK

+ EN LIGNE



OFFERT

Les croquis du livre

deboeck
SUPÉRIEUR **B**

LA GÉOLOGIE PROFONDE EN 1 CLIN D'ŒIL

Pour toute information concernant notre fonds et nos nouveautés,
consultez notre site web : **www.deboecksuperieur.com**

Tous droits réservés.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Ce livre ne peut être reproduit ni utilisé à des fins d'entraînement de systèmes d'intelligence artificielle. La fouille de textes et de données est interdite conformément à l'article 4(3) de la Directive (UE) 2019/790.

Dans le cas où le livre comporte des ressources numériques en ligne, ces dernières sont des compléments offerts à l'achat du livre.

Par respect du droit d'auteurs, ces ressources sont inaccessibles, interdites de reproduction et réservées à un usage strictement personnel. Elles sont soumises aux conditions d'utilisation en vigueur (CGU) accessibles sur notre site et peuvent, pour des raisons commerciales, légales, d'évolution technique ou de contenu, être supprimées ou interrompues à tout moment, sans garantie de maintien ou de compensation.

Dans le cas où les QR codes et liens hypertextes permettent d'accéder à des sites internet tiers, la responsabilité de De Boeck Supérieur n'est pas engagée, notamment quant à leur éventuel dysfonctionnement ou à leur indisponibilité d'accès.

Illustrations de Damien Jaujard

© De Boeck Supérieur s.a., 2026

15, allée de la 2^e DB, 75015 Paris

7, rue du Bosquet, B-1348 Louvain-la-Neuve

Dépôt légal :

Bibliothèque nationale, Paris : juillet 2026

Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2026/13647/005

978-2-8073-7565-9

LA GÉOLOGIE PROFONDE EN 1 CLIN D'ŒIL

DAMIEN JAUJARD

deboeck **B**
SUPÉRIEUR

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Chapitre 2

Page 40, Shutterstock

Chapitre 3

Page 70, Getty Images

Chapitre 4

Page 112, Maiquel Jantsch / Alamy Banque D'Images ; page 132, Getty Images

Chapitre 5

Page 146, Getty Images

Chapitre 6

Page 178, Getty Images

Chapitre 8

Page 246, Getty Images ; page 248, Getty Images ; page 262, Getty Images

PRÉSENTATION ET MODE D'EMPLOI

Ce livre propose une exploration originale des concepts clés de la géologie grâce à deux modes de lecture complémentaires :

- 1 - une lecture animée sous forme de flipbook en page de droite, permettant une visualisation immédiate et dynamique d'un mécanisme ;
- 2 - une lecture approfondie en page de gauche, apportant les données et les explications nécessaires pour reconstruire, comprendre, voire prolonger ce mécanisme.

Pour une lecture en mode flipbook, tenez le livre entre vos mains : avec la main gauche au niveau de la tranche du livre et la main droite du côté du bord des pages. À l'aide des signets en haut de page, vous sélectionnez toutes les pages d'un chapitre et vous feuilletez les pages en ordre croissant, de la 1^{ère} page du chapitre à la dernière. Vous verrez ainsi les dessins défiler et évoluer au gré de son développement.

Destiné aux étudiants de Licence, aux étudiants en prépas, aux candidats au CAPES ainsi qu'aux enseignants de SVT, ce livre constitue une ressource pour renforcer la compréhension des phénomènes géologiques.

Pour en savoir plus sur la création de ce livre, flashez le QR Code pour découvrir les croquis initiaux de l'auteur :
www.deboecksuperieur.com/site/375659



REMERCIEMENTS

Merci à Guillaume Le Hir pour ses corrections et ses conseils tout au long de la conception de l'ouvrage.

Je remercie tout particulièrement Anne pour ses relectures précises et son soutien très précieux.

Je dédie se livre à Tom et Zoé, qui m'inspirent par leur créativité.

SOMMAIRE

PRÉSENTATION ET MODE D'EMPLOI	5
-------------------------------------	---

CHAPITRE 01 - LA DÉRIVE DES CONTINENTS..... 8

UNE CONTROVERSE SCIENTIFIQUE.....	14
LE MODÈLE DE SUESS EST INVÉRIFIABLE	22
L'ISOSTASIE EN FAVEUR DE LA DÉRIVE	26
LES OPPOSITIONS AU MODÈLE DE WEGENER.....	28

CHAPITRE 02 - LA TECTONIQUE DES PLAQUES.....38

L'EXPANSION OCÉANIQUE	42
DATER LES FONDS OCÉANQUES.....	44
LE MODÈLE PLAQUISTE.....	58
L'ENRICHISSEMENT DU MODÈLE.....	62
LA CONSTRUCTION D'UN MODÈLE SCIENTIFIQUE	66

CHAPITRE 03 - LA DYNAMIQUE INTERNE DE LA TERRE.....70

IMAGER LES MOUVEMENTS PROFONDS	72
TROIS GRANDS TYPES DE DÉPLACEMENT	76
LA DISSIPATION DE LA CHALEUR TERRESTRE	84
LA CONVECTION MANTÉLLIQUE	88
LA TRACTION DES PANNEAUX PLONGEANTS	96
VOLCANISME DE POINT CHAUD	104
LE DÉPLACEMENT ABSOLU DES PLAQUES.....	106

CHAPITRE 04 - L'ACCRÉTION OCÉANIQUE.....112

UNE REMONTÉE DE L'ASTHÉNOPHÈRE	114
LE MAGMATISME DE DORSALE.....	118
L'ORIGINE DU MAGMATISME	124
L'HYDROTHERMALISME OCÉANIQUE.....	126
DES TRANSFORMATIONS MINÉRALOGIQUES.....	128
LE FONCTIONNEMENT DES DORSALES LENTES.....	134
LES OCEANIC CORE COMPLEX.....	136
SERPENTINISATION ET PRODUCTION DE DIHYDROGÈNE.....	140

CHAPITRE 05 - LA SUBDUCTION..... 144

UN MAGMATISME HYDRATÉ	148
HYDRATATION DU MANTEAU SUB-ARC	152
UN MÉTAMORPHISME HAUTE PRESSION - BASSE TEMPÉRATURE.....	156
SUBDUCTION EN COMPRESSION OU EN EXTENSION.....	162
LE PENDAGE DU SLAB	172

CHAPITRE 06 - LA COLLISION.....176

AUGMENTATION DE L'ÉPAISSEUR CRUSTALE.....	180
UN MÉTAMORPHISME MOYENNE PRESSION-MOYENNE TEMPÉRATURE	190
L'ANATEXIE	200
ÉROSION ET EXHUMATION	206
FORMATION D'UN BASSIN FLEXURAL.....	208

CHAPITRE 07 - L'EFFONDREMENT GRAVITAIRE.....212

UN CONTEXTE EXTENSIF.....	214
UNE INVERSION DU RÉGIME TECTONIQUE.....	220
UN MAGMATISME CALCO-ALCALIN.....	226
UN MÉLANGE MAGMATIQUE	232
ORIGINE DU MAGMATISME CALCO-ALCALIN.....	234
LES METAMORPHIC CORE COMPLEX	240

CHAPITRE 08 - L'HISTOIRE DE LA CHAÎNE ALPINE.....246

CHEVAUCHEMENTS ET COMPRESSION	250
UNE EXTENSION CONTINENTALE INITIALE	252
LES TRACES D'UNE OUVERTURE OCÉANIQUE	256
DES INDICES DE SUBDUCTION OCÉANIQUE	268
L'EXHUMATION DES ROCHES SUBDUITES	272
LA SUBDUCTION CONTINENTALE.....	276

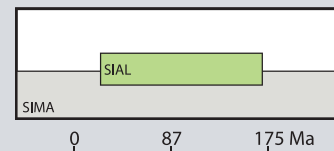
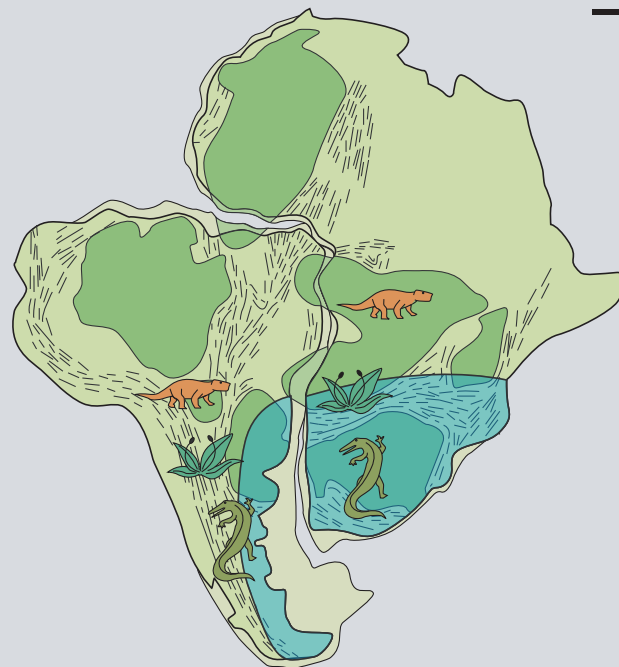
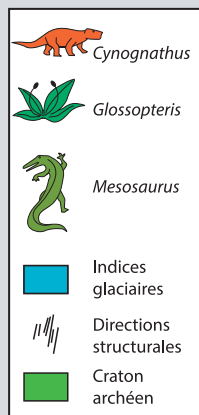
LA DÉRIVE DES CONTINENTS

C'est en 1912, bien avant la tectonique des plaques, qu'Alfred Wegener (voir *figure 1*) va développer un modèle de tectonique globale : **la dérive des continents**. Publié dans l'ouvrage *La genèse des continents et des océans* (1915, 1920, 1922, 1929), ce modèle sera retravaillé et affiné par Wegener jusqu'en 1930. Cette théorie s'inscrit dans un courant dit **mobiliste**, qui admet une translation des continents à l'échelle planétaire, modifiant ainsi progressivement la surface terrestre (voir *figure 2*).



Figure 1 : Timbre allemand à l'effigie d'Alfred Wegener. Ses nombreuses expéditions au Groenland pour l'étude du climat y sont symbolisées. Il trouva la mort lors de l'une d'elles en 1930.

500 km



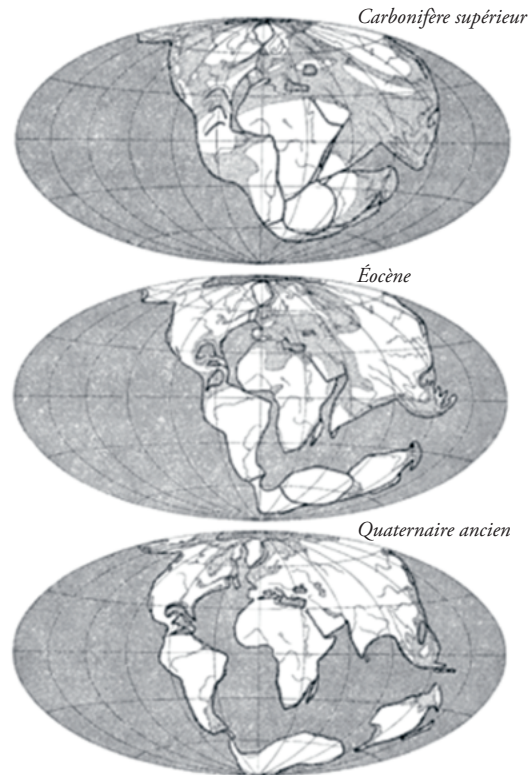
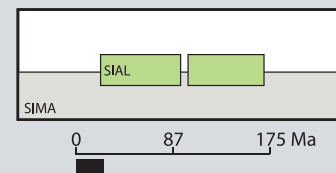
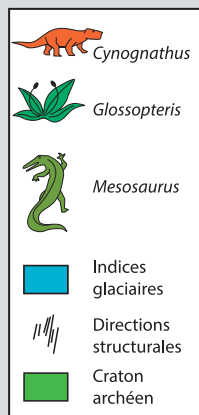


Figure 2 : Dérive des continents et fragmentation de la Pangée (d'après Wegener Alfred, La genèse des continents et des océans).

500 km



Dans ce cadre, la collision des blocs continentaux expliquerait la formation des chaînes de montagnes. Si Wegener n'est pas le premier à évoquer cette mobilité horizontale, il est en revanche le premier à avoir étayé ce modèle par un grand nombre d'arguments, pris dans des disciplines très variées (géophysique, paléontologie, géologie, paléoclimatologie). C'est sa **vision pluridisciplinaire** qui est novatrice.

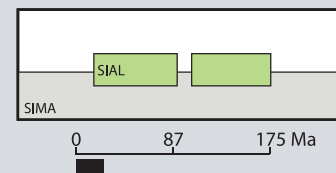
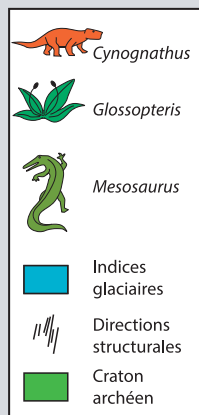
« Pour dévoiler les états antérieurs du globe, toutes les sciences s'occupant des problèmes de la terre doivent être mises à contribution et ce n'est que par la réunion de tous les indices fournis par elles que l'on peut obtenir la vérité »

Alfred Wegener, *La genèse des continents et des océans*,
Préface, 1928 ; réédition, Paris, C. Bourgeois, 1990, p. XIII-XIV.

Ce météorologue allemand a l'idée d'un déplacement des continents en regardant leur forme sur un planisphère. La complémentarité de leurs contours laisse effectivement imaginer un emboîtement initial, comme les pièces d'un puzzle. Ces observations sont rapidement complétées par d'autres (voir **figure 3**) :

> des **fossiles de milieux terrestres** sont retrouvés en bordure de continents aujourd'hui très éloignés. Cela indiquerait une connexion passée entre les terres et donc la formation des océans par écartement des masses continentales.

500 km



> les **structures et terrains** géologiques montrent une correspondance géométrique de part et d'autre des océans. Là encore, cela démontrerait une jointure initiale des blocs continentaux aujourd'hui séparés par les océans.

UNE CONTROVERSE SCIENTIFIQUE

Précision importante, ces mêmes observations étaient, 30 ans plus tôt, utilisées pour démontrer un modèle totalement opposé : celui de l'**effondrement des ponts continentaux**. En effet, Eduard Suess, géologue autrichien, développait l'explication selon laquelle les océans se seraient formés par l'effondrement de passerelles entre les continents. Les mouvements des continents seraient donc ici verticaux et non horizontaux.

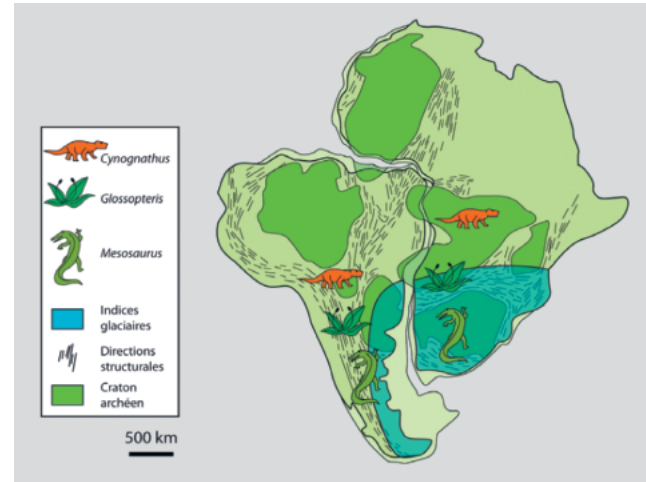
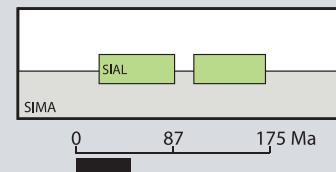
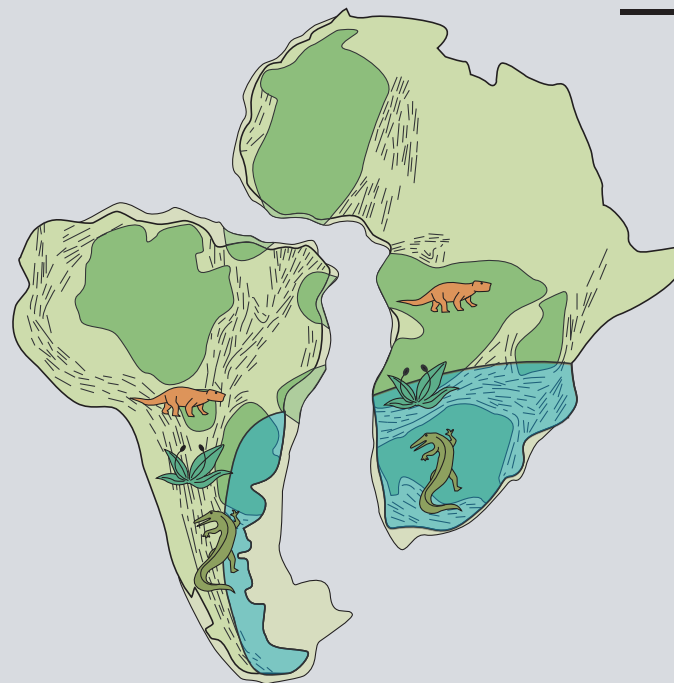
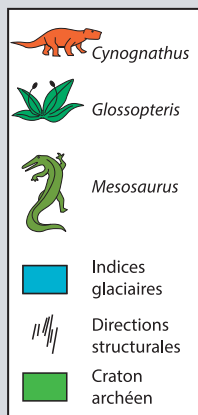


Figure 3 : Les principaux arguments utilisés pour étayer le modèle de la dérive des continents.

500 km



Ces ponts constitueraient des connexions terrestres expliquant la répartition actuelle des fossiles (voir *figure 4*).

Ce modèle envisage également une continuité des structures géologiques en domaine marin (voir *figure 5*) qui expliquerait la correspondance des terrains de part et d'autre d'un océan.

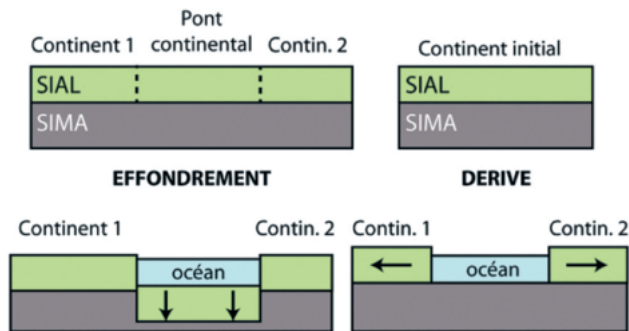


Figure 4 : Comparaison des modèles d'effondrement des ponts continentaux et de dérive des continents. Deux manières d'expliquer la formation des océans.

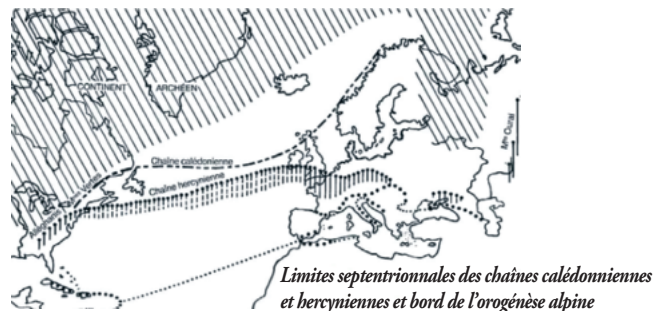
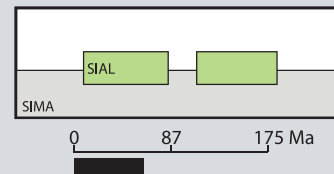
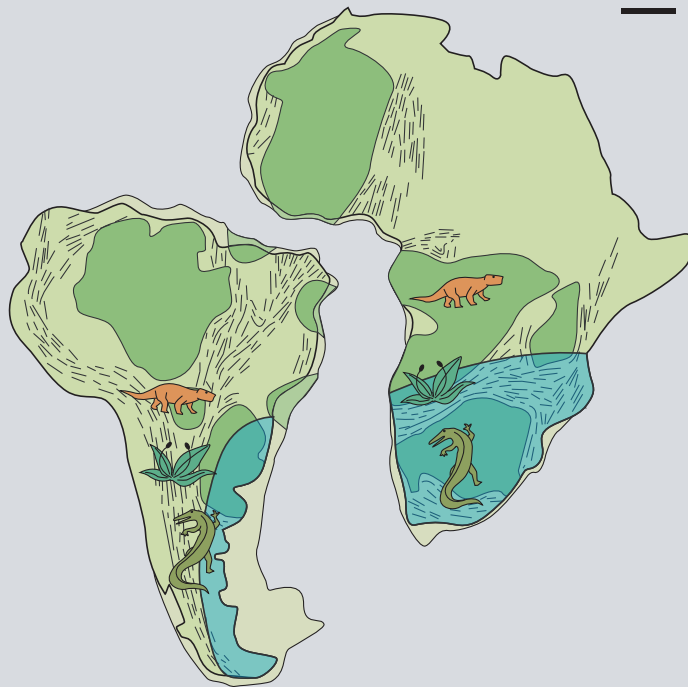
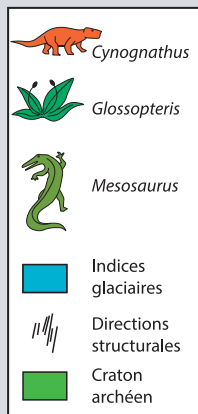


Figure 5 : Continuité des chaînes européennes sur le continent Nord-américain (modifié d'après Marcel Bertrand, 1887).

500 km



Par ailleurs, l'effondrement des ponts peut tout à fait laisser des bordures continentales dont les contours sont complémentaires.

Notons que l'effondrement des ponts continentaux est une explication qui s'inscrit dans le modèle de la **contraction thermique de la Terre**. Ce modèle, dit **contractionniste**, décrit un refroidissement progressif de la Terre réduisant alors son volume. À l'image de la peau d'une pomme qui se plisse lorsque celle-ci se dessèche, l'écorce terrestre formerait des creux localisés, à l'origine de l'effondrement des ponts. Les bosses formeraient, quant à elles, les reliefs montagneux (voir *figure 6*).

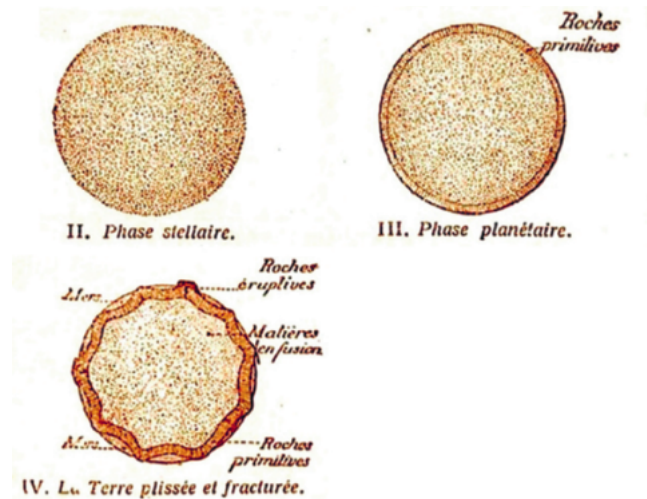
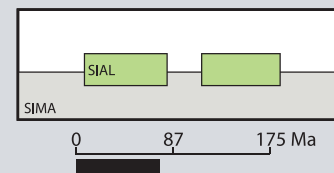
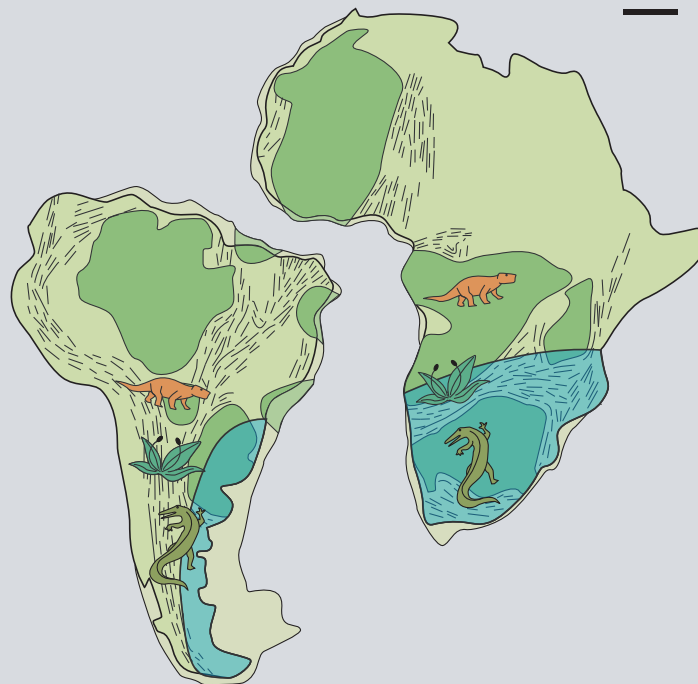
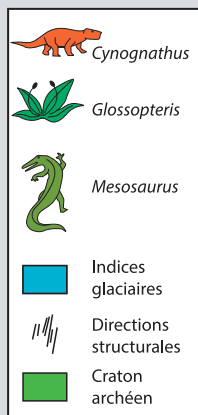


Figure 6 : Refroidissement de la Terre et déformation de la surface (d'après le livre de Géologie. Classe de 4^e, V. Boulet, 1925).

500 km



Ainsi, l'énoncé de la dérive des continents en 1912 aboutit à une **controverse scientifique** qui durera une quinzaine d'années, entre les partisans du mobilisme et ceux du contractionnisme.

Par ailleurs, les **nappes de charriages** (voir *figure 7*), décrites par Marcel Bertrand dès 1884 et correspondant bel et bien à des mouvements horizontaux, sont, elles aussi intégrées dans ce modèle contractionniste. En effet, dans ce cadre, les déformations de l'écorce terrestre liées à la contraction thermique entraîneraient des déversements latéraux suffisants pour mettre en place des chevauchements.

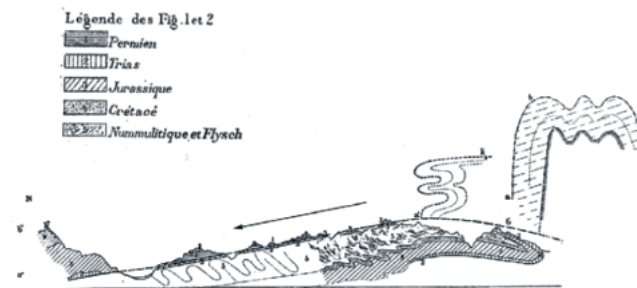
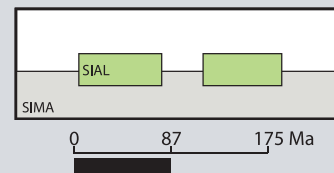
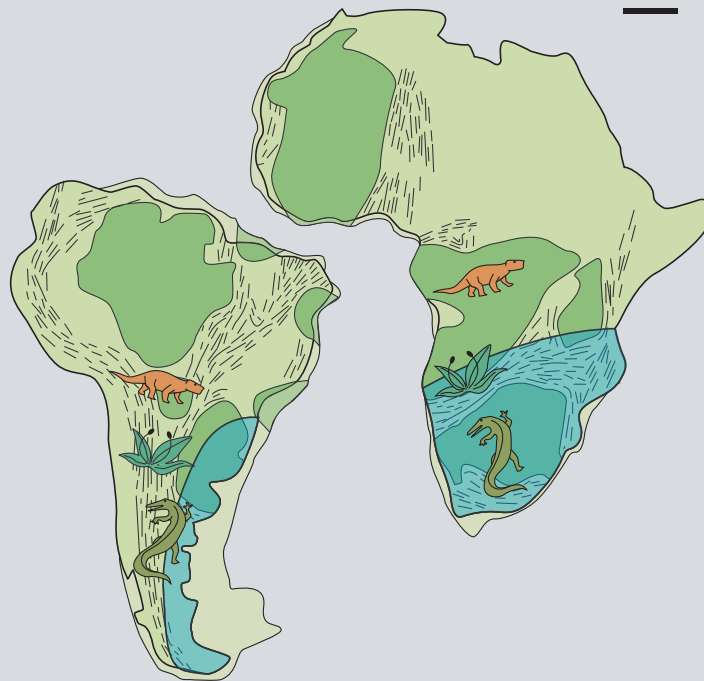
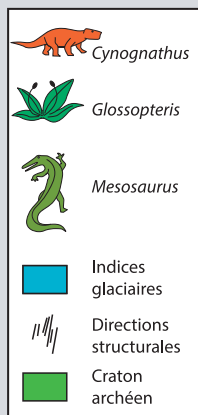


Figure 7 : Interprétation des Alpes de Glaris (Alpes suisses). La flèche indique la mise en place de la nappe des Glaris (d'après Marcel Bertrand, 1884).

« Les dislocations visibles dans l'écorce terrestre sont le produit de mouvements qui résultent de la diminution du volume de notre planète. Les efforts développés par l'effet de ce phénomène tendent à se décomposer en efforts tangentiels et en efforts radiaux, et par suite en mouvements horizontaux (c'est-à-dire en poussée et en plissements) et en mouvements verticaux (c'est-à-dire en affaissements) »

Suess, E. *La Face de la Terre*, p.139.

500 km



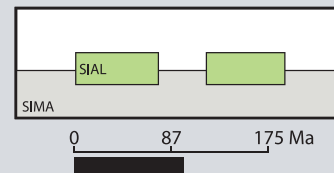
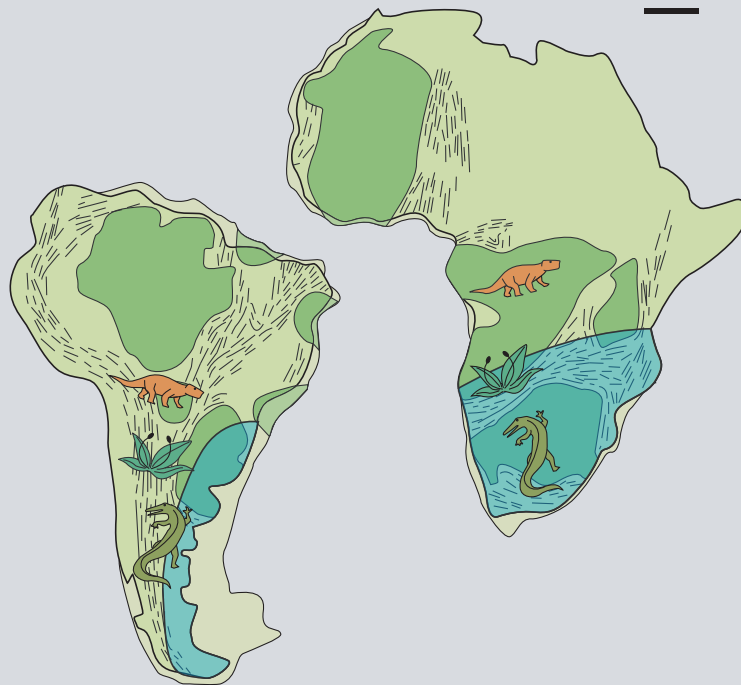
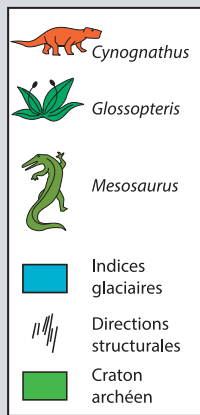
LE MODÈLE DE SUESS EST INVÉRIFIABLE

Cependant le modèle de Suess comporte une faiblesse : il est invérifiable, car les océans, peu explorés à l'époque, restent la grande inconnue. Il est donc impossible de confirmer la présence de ces ponts continentaux, qui seraient engloutis sous les eaux. Wegener va quant à lui utiliser d'autres données pour étayer davantage son modèle comme les **indices de glaciation** permo-carbonifère (voir *figure 8*).



Figure 8 : Traces de la glaciation permo-carbonifère sur les continents actuels (d'après Alfred Wegener, 1912). La ligne en trait gras montre la position de l'équateur, en considérant une fixité des continents. Cette allure sinueuse est aberrante et donne donc un argument pour la dérive des masses continentales. La croix indique la position du pôle Sud.

500 km



Ces derniers sont effectivement répartis sur des latitudes aujourd'hui très variées, ce qui indiquerait un déplacement des masses continentales, initialement en position polaire. Les données topographiques sont également déterminantes. En effet, la distribution statistique des reliefs à la surface de la Terre, montre une répartition dite **bimodale**. C'est à dire que deux niveaux sont le plus fréquemment représentés : celui de 100 m d'altitude et de 4 700 m de profondeur (voir *figure 9*).

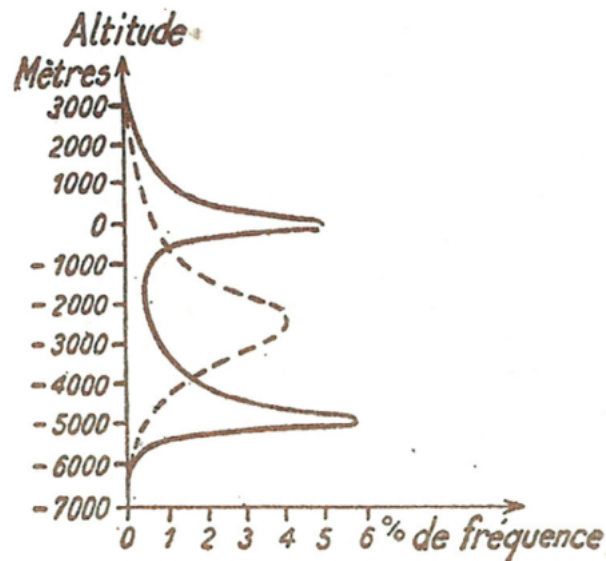
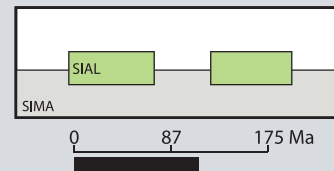
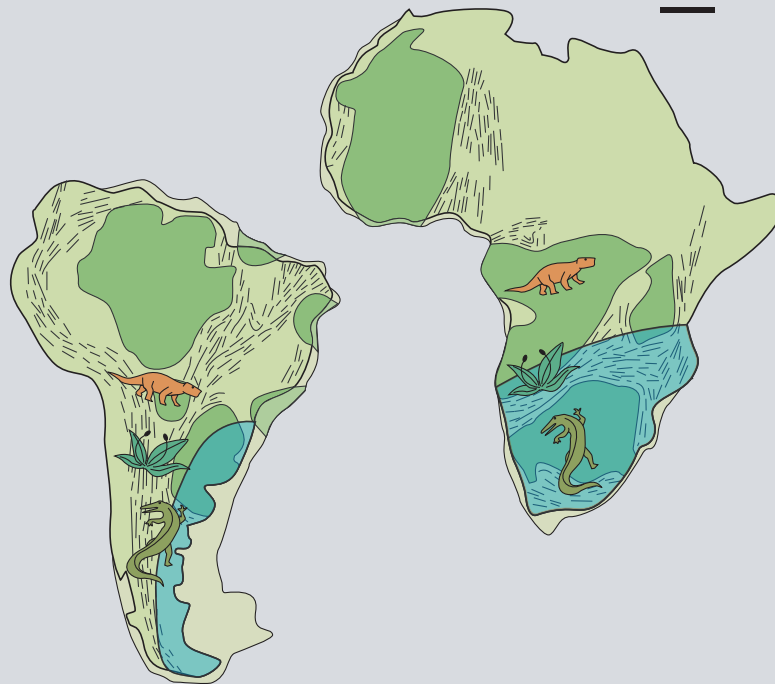
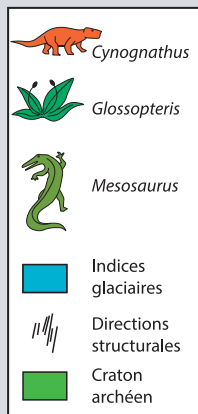


Figure 9 : Courbe des fréquences des altitudes sur Terre
(d'après Alfred Wegener, 1912).

500 km



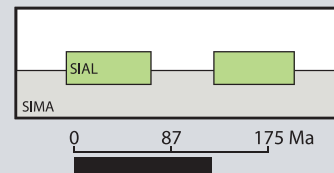
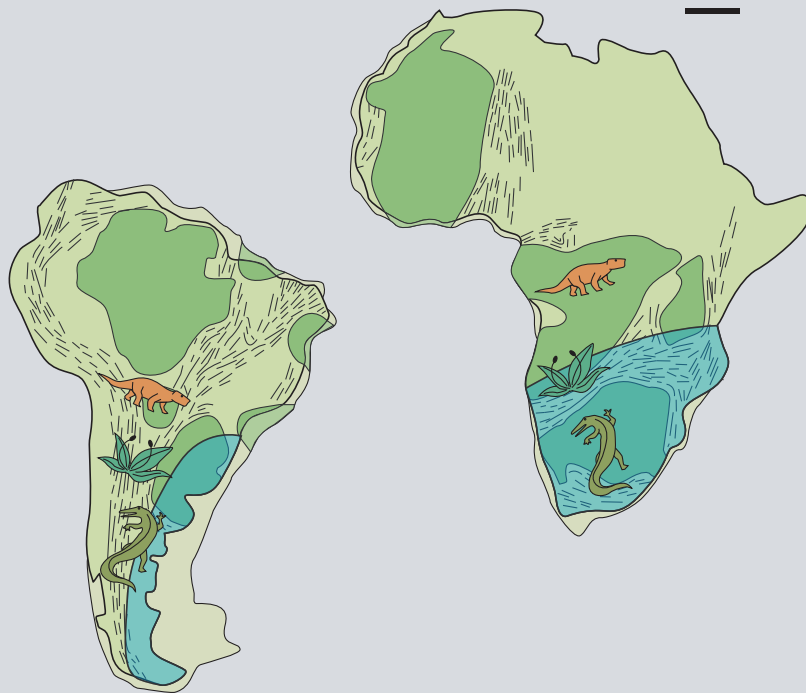
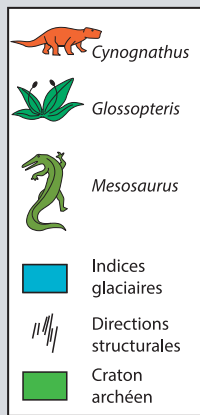
Cette observation est un argument supplémentaire pour la dérive des continents car la formation des océans selon Wegener conserverait en toute période ces deux niveaux. En revanche, si le modèle de l'effondrement était valide, il n'y aurait aucune raison d'avoir cette répartition bimodale. En effet, l'amplitude aléatoire des affaissements amènerait plutôt à une répartition gaussienne des reliefs (tiretés de la *figure 9*).

L'ISOSTASIE EN FAVEUR DE LA DÉRIVE

Les connaissances de l'époque sur la composition des continents et du plancher océanique

s'opposent au modèle de Suess. En effet, les continents, composés de silice et d'aluminium (SIAL), sont moins denses que la roche située en dessous, et constituant le fond des océans. Leur composition riche en silice et magnésium (SIMA) rend physiquement impossible l'affaissement du SIAL, bien trop « léger » (voir *figure 4*). Le modèle de Wegener est quant à lui cohérent avec ces données isostatiques car les continents, légers, sont considérés comme des radeaux flottant et dérivant sur le SIMA, plus dense. L'ouverture d'un océan consisterait donc à découvrir ce SIMA initialement présent sous le SIAL.

500 km



LA GÉOLOGIE PROFONDE EN 1 CLIN D'ŒIL

COMPRENDRE LES GRANDS MÉCANISMES
GÉOLOGIQUES N'A JAMAIS ÉTÉ AUSSI VISUEL !

Grâce à son format innovant en flipbook, la collection *En 1 clin d'œil* rend les processus fondamentaux des Sciences de la Vie et de la Terre accessibles et dynamiques.

Dans cet ouvrage consacré à la **géologie profonde**, explorez les concepts clés à travers deux approches complémentaires :

- ▶ une **lecture animée** par feuilletage rapide, en mode flipbook, pour visualiser les schémas explicatifs en mouvement, en page de droite ;
- ▶ une **lecture approfondie**, en page de gauche, pour décrypter les données, comprendre les phénomènes naturels et aller plus loin dans l'analyse.

Conçu pour les **étudiants de Licence**, en **prépas**, les **candidats au CAPES** et les **enseignants de SVT**, ce livre constitue un outil précieux pour renforcer la compréhension des dynamiques géologiques.

À découvrir
dans ce volume :

- ▶ Des **schémas clairs** et rigoureux ;
- ▶ Des **textes explicatifs** en vis-à-vis pour chaque illustration ;
- ▶ Des **explications détaillées** sur les phénomènes naturels étudiés.

Dans la même collection



26,90 €
ISBN : 978-2-8073-7565-9



www.deboecksuperieur.com